Über den Einfluſs der Gestalt des Kernes auf die Gröſsenabnahme hungernder Infusorien.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen philosophischen Fakultät
(Sektion II)

der

Kgl. Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

eingereicht am 13. November 1911

von

Marie Allescher
aus München.

München
1912.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548303_0059

Über den Einfluſs der Gestalt des Kernes auf die Gröſsenabnahme hungernder Infusorien.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen philosophischen Fakultät
(Sektion II)

der

Kgl. Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

eingereicht am 13. November 1911

von

Marie Allescher
aus München.

München
1912.

Sonderabdruck
aus
Archiv für Protistenkunde. Bd. XXVII. 1912.
Herausgegeben von Dr. M. Hartmann und Dr. S. v. Prowazek.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Ziel und Methoden.

Im Jahre 1903 erwähnt R. Hertwig in seiner Arbeit: „Über Korrelation von Zell- und Kerngröße und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und Teilung der Zelle" Beobachtungen, die er an hungernden Protozoen, Actinosphärien und Infusorien machte, wonach *Actinosphaerium* und *Dileptus* ihre Größe bedeutend zu reduzieren vermögen, ehe sie dem Hungertode erliegen, während die Dimensionen von *Paramaecium* nicht einmal auf die Hälfte zurückgehen. Diese Erscheinung führt Hertwig auf die Verschiedenheit im Accommodationsvermögen des Kernapparats zurück, die ihrerseits wieder abhängig ist von der verschiedenen Anordnung der Kernsubstanz bei den einzelnen Arten. „Einen ganz enormen Grad erreicht das Accommodationsvermögen bei *Actinosphaerium* und *Dileptus*, beides Formen, welche viele Hunderte von gut charakterisierten Kernen (*Actinosphaerium*) oder isolierten Kernstücken (*Dileptus*) haben. Hier können einzelne Teile der gesamten Kernmasse, wie man mikroskopisch nachweisen kann, aufgelöst werden, während andere intakt bleiben. Ein *Dileptus*-Riese hat so enorm viele Kernstücke, daß man sie nicht zählen kann, wohl über tausend, *Dileptus*-Zwerge nur etwa 50—100. Bei der Reduktion der Körpergröße sind die meisten Kernstücke resorbiert worden. Ähnlich verhält es sich mit

Actinosphaerium, bei dem ich feststellen konnte, daß von den Hunderten von Kernen schließlich nur einige wenige, 1—2 in extremen Fällen, vorhanden waren. Ganz anders verhält sich in dieser Hinsicht *Paramaecium*. Hier ist nur ein einziger, großer, kompakter Kern vorhanden, der der Reduktion Schwierigkeiten bereitet. Um dieselbe zu erleichtern, wird er in wenige Stücke zerlegt; aber auch so ist die Regulierbarkeit der Kernmasse offenbar eine sehr unvollkommene, so daß verhältnismäßig schnell, bei einer bedeutenden Größe, der Hungertod eintritt. Auch tritt der Hungertod unter ganz besonderen Erscheinungen ein: der Kern fängt an sich zu zersetzen; das Protoplasma wird von Vacuolen gebläht, während bei *Dileptus* die normale Körpergestalt fast bis zum Ende beibehalten wird. Die Stentoren, bei denen vermöge des rosenkranzförmigen Baues die Kernmasse mehr verteilt ist, nehmen zwischen Paramäcien und Dilepten eine Mittelstellung ein."

Im Mai 1909 ging ich, einer Aufforderung des Herrn Prof. Dr. R. v. HERTWIG entsprechend, daran, diese Verschiedenheit der Größenreduktion bei Hunger genauer zu untersuchen.

Als Versuchsobjekte sollten mir dabei die drei oben genannten Infusorien dienen: *Dileptus* mit seinem in viele Hunderte von Stücken gegliederten Kernapparat, *Paramaecium* mit seinem kompakten Kern und schließlich *Stentor* mit der rosenkranzförmig angeordneten Kernmasse.

Es war zu vermuten, daß diese Untersuchungen einiges Licht auf die Frage werfen könnten, welcher Art die Wechselwirkung von Kern und Protoplasma ist, ob der Kern während der Funktion der Zelle Stoffe an das Plasma abgibt oder aus ihm aufnimmt.

Solche Versuche begegnen zahlreichen Schwierigkeiten.

Die erste liegt schon in der Bestimmung des Zeitpunktes, an dem der „Hunger" einsetzt. Mein Bestreben ging dahin, die Tiere aus ihrem gewohnten Futterboden sofort in ein möglichst nahrungsfreies Wasser zu überführen; um zu verhindern, daß die Tiere an ihrem eigenen Körper etwa Nahrungsbestandteile einschleppten, ließ ich sie einige Uhrgläser mit reinem Wasser passieren. Für *Dileptus* und *Stentor* nahm ich hierzu Wasser aus Kulturgefäßen, in denen alles Leben erloschen schien. Da *Dileptus* sich bekanntlich von *Stentor* nährt, war bei ihm die Gefahr, er möchte zunächst doch noch Futter finden, am geringsten. Man konnte sicher sein, daß von dem Tage ab, an dem die Fütterung mit *Stentor* sistiert wurde, auch der „Hunger" im eigentlichen Sinne einsetzte. Auch bei *Stentor* darf man annehmen, daß dieses Stadium sofort erreicht wurde. Denn ich

habe mich, besonders bei Führung einer sog. „reinen Linie“ von *Stentor coerul.* überzeugt, wie schwer dieses Infusor zur Nahrungsaufnahme gebracht werden kann, wenn man es seinem gewohnten Futterboden entnimmt.

Sehr schwer dagegen war es bei *Paramaecium*, sofort jede Nahrung auszuschließen. Ich verwandte hier Leitungswasser, das die Tiere sehr gut vertrugen. Um Schädigungen durch allzu große Schwankungen im osmotischen Druck möglichst zu verhüten, füllte ich in der Futterkultur jeden Tag bis zu $^1/_3$ Leitungswasser nach. Selbstverständlich wurde dasselbe in sorgfältig verschlossenen Gläsern vor der Benützung auf die in der Futterkultur herrschende Temperatur gebracht.

Die Paramäcien mußten mehrere der oben erwähnten „Bäder“ passieren und wurden schließlich einzeln herausgefangen und in die zur Hungerkultur bestimmten Uhrgläser überführt.

Eine andere große Schwierigkeit, die sich der Bestimmung der Volumabnahme bei Hunger in den Weg stellt, ist der Umstand, daß die Versuchstiere zu der Zeit, in welcher die Hungerkulturen angelegt werden, unter sich nicht unbedeutende Größenunterschiede aufweisen. So zeigten z. B. 50 Paramäcien einer Futterkultur folgende Längenmaße in Teilstrichen ausgedrückt:

Länge der Tiere	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'
Anzahl der Tiere	1	1	2	5	1	2	6	8	3	4	3	8	3	1	2

Ordnet man die Tiere nach der Breite, so ergibt sich folgende Reihe:

Breite der Tiere	12'	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'
Anzahl der Tiere	2	10	16	16	2	3	—	1

Diese Zahlenreihen würden, graphisch zum Ausdruck gebracht, mehrgipflige Kurven ergeben. Die Ursache hierfür liegt darin, daß die Größenunterschiede der Paramäcien einer Futterkultur durch verschiedene Faktoren bestimmt werden. Solche Faktoren können sein: Das Wachstum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Teilungen, individuelle Größendifferenzen, endlich Rassenunterschiede.

Was den Einfluß des Wachstums zwischen zwei Teilungen anbetrifft, so wären zwei Fälle denkbar.

Entweder, es finden zu einer bestimmten Tagesstunde die meisten Teilungen statt, während vorher eine allmähliche Zunahme, nachher eine allmähliche Abnahme derselben sich bemerkbar macht.

Dann könnte es vorkommen, daß man die Tiere zu den Hungerkulturen gerade nach dem Zeitpunkt der häufigsten Teilungen der Futterkultur entnimmt. Das müßte dann selbstverständlich ein Ausgangsmaterial von bedeutend geringerer Durchschnittsgröße ergeben, als wenn man beim Ausheben der zu den Hungerkulturen bestimmten Tiere eine Zeit trifft, die vor dem oben erwähnten Punkte liegt. In beiden Fällen dürfte wohl die prozentuale Volumabnahme eine verschieden große sein.

Es wäre andrerseits aber auch möglich, daß sich die Teilungen auf die verschiedenen Stunden des Tages ziemlich gleichmäßig verteilten.

Um diesen Umstand näher zu prüfen, tötete ich aus einer Futterkultur in Abständen von je 5 Stunden — 7 Uhr morgens, 12, 5, 10 Uhr abends, 3 Uhr nachts — Portionen ab, die ich nach Teilungsstadien durchsuchte. Ich fand jedoch nur wenige (je 2—3), und zwar ausschließlich in jenen Portionen, die ich um 5 Uhr nachmittags und um 3 Uhr morgens abgetötet hatte. Um nun trotzdem ein Bild über die Verteilung der Teilungen zu verschiedenen Stunden zu bekommen, maß ich aus 2 der abgetöteten Portionen je 75 Tiere, und zwar wählte ich eine solche, in der sich einige Teilungsstadien vorfanden und eine andere. Im Fall einer ungleichmäßigen Verteilung der Teilungen müßten die Größenreihen in beiden Fällen auch ein ungleiches Bild ergeben.

Die gemessenen (75) Tiere zeigten folgende Längen:

Länge in '	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'	62'	63'	64'	65'	66'	67'	68'	69'	70'	71'	72'	73'	74'	75'	76'	77'	78'
Anzahl der Tiere 7 Uhr morgens	1	—	1	—	1	5	—	1	4	3	10	2	1	4	4	9	4	1	5	3	5	2	1	2	1	2	1	1	1
			8						18					20					18					8				3	
Anzahl der Tiere 5 Uhr nachm.	2	1	1	—	—	5	1	1	2	5	5	1	3	—	4	12	2	5	1	2	8	4	4	2	1	2	—	1	—
			9						14					20					18					13				1	

Der Breite nach war die Verteilung folgende:

Breite in '	13'	14'	15'	16'	17'	18'	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'
Anzahl der Tiere um 7 Uhr morgens	1	2	3	1	—	4	6	9	7	7	8	13	7	4	1	2
		6			5			29				28			7	
Anzahl der Tiere um 5 Uhr nachmittags	1	—	3	1	4	3	2	11	10	3	10	4	15	1	6	1
		4			8			26				29			8	

Die mittleren Maße betrugen:

Um 7 Uhr morgens gem.		Um 5 Uhr nachmittags gem.	
mittl. Länge	mittl. Breite	mittl. Länge	mittl. Breite
64,2	21,6	64,4	21,9

Aus obigen Größenreihen ergibt sich, daß die Verteilung der einzelnen Individuen auf die Längen- und Breitenmaße im Laufe eines Tages eine ziemlich gleichmäßige ist. Daraus muß man weiter schließen, daß die Tageszeit keinen Einfluß auf die Teilungsrate der Paramäcien hat.

Daß neben den Größenunterschieden, die das Wachstum mit sich bringt, noch solche bestehen, die durch einen anderen Faktor bedingt werden, geht aus folgendem hervor:

Vergleicht man das Volumen der kleinsten gemessenen Tiere mit dem der größten aus derselben Kultur, so dürfte letzteres nicht mehr als das Doppelte von ersterem betragen.

Denn angenommen, die Größe aller Tiere sei in dem Augenblick, in dem die Teilung eben abgelaufen ist = x, so würde kein Tier ein Volumen unter x aufweisen; die meisten von den kleinsten gemessenen Tieren würden seit der letzten Teilung wohl schon etwas gewachsen sein und also ein Volumen besitzen, das größer als x wäre.

Die größten gemessenen Tiere könnten aber höchstens ein Volumen von 2 x zeigen, wenn sie nämlich gerade vor der Teilung stünden. Im anderen Falle müßte das Volumen stets kleiner sein als 2 x.

Im höchsten Falle könnte also zwischen Plus- und Minuspol einer Größenreihe das Verhältnis von

$$2x : x \text{ oder von } 2 : 1$$

auftreten. Nie aber könnte ein Volumen vorkommen, das das Doppelte der kleinsten Maße übersteigt.

Die Messungen haben nun ergeben, daß in jeder Kultur die beiden Enden der Größenreihen um mehr als das Doppelte differierten.

Maße kleinster Tiere waren z. B. in einer eigens zu diesem Zwecke abgetöteten und gemessenen Reihe:

$$55 \cdot 15^2 = 12375$$
$$55 \cdot 19^2 = 19855$$
$$55 \cdot 21^2 = 24255$$

Maße größter Tiere dagegen:

$$75 \cdot 25^2 = 46\,875$$
$$75 \cdot 24^2 = 48\,728$$

In dem Material fanden sich auch 2 Tiere in Teilung mit folgenden Maßen.

I a	Länge 40′,	Breite 22′	= Vol. =	19 260
b	„ 35′,	„ 24′	= Vol. =	20 166,
was für das ganze Tier eine Größe von				39 426 ergibt.
II a	Länge 39′,	Breite 21′	= Vol. =	17 199
b	„ 37′,	„ 22′	= Vol. =	17 908
			zusammen	35 107

Wie hieraus ersichtlich blieb das kleinste der freien Tiere um fast $^1/_3$ hinter dem Volumen des kleinsten Teilstücks, während die größten Tiere an Volumen die Summe zweier zusammengehöriger Teilstücke um ein beträchtliches übertrafen.

Hieraus geht deutlich hervor, daß in bezug auf die Größendifferenzen noch andere Faktoren als das zwischen 2 Teilungen liegende Wachstum eine Rolle spielen.

Das Wünschenswerteste wäre freilich, wenn man die Größendifferenzen des Ausgangsmaterials überhaupt beseitigen und so ein einheitliches Maß schaffen könnte.

Wege, die Volumenunterschiede innerhalb des Ausgangsmaterials wenigstens zu vermindern, gibt es zwei:

Man kann aus den Individuen der Futterkultur von Anfang an die einer bestimmten Größenklasse angehörigen auswählen. Der Erfolg dieser Maßnahme wird nur einerseits dadurch beeinträchtigt, daß in diesem unter der Lupe ausgewählten Material sich bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen doch wieder Größendifferenzen ergeben; andererseits kann es vorkommen, daß man bei der Auswahl das eine oder andere einer niederen Größenklasse angehörige Individuum mitnimmt, das gerade vor der Teilung steht und so die Zugehörigkeit zur gewünschten Größenklasse nur vortäuscht. Die Teilung wird am ersten Tage der Hungerkultur vor sich gehen und es könnte hierdurch das Resultat insofern beeinflußt werden, als diese Volumenverringerung, die der Teilung zuzuschreiben ist, als durch den Hunger verursacht in Rechnung gesetzt werden könnte. — Ich habe dieses Verfahren für *Stentor* angewandt, und hier läßt sich der zuletzt erwähnte Nachteil leicht dadurch ausgleichen, daß man die Kulturen fleißig nachsieht und kleine Tiere, die in den ersten Tagen des „Hungers“ plötzlich auftreten und auf solche Teilungen zurückzuführen sind, aus der Kultur entfernt.

Als zweiten Weg, die Größendifferenzen im Ausgangsmaterial zu vermindern, legten die Experimente, die Jennings an *Paramaecium* gemacht hatte, den Gedanken nahe, durch Züchtung einer „reinen Linie“ eine größere Gleichmäßigkeit im Ausgangsmaterial zu erzielen. Auch diesen Versuch habe ich bei *Stentor* durchgeführt. Meine Erfahrungen hierbei werde ich im einzelnen später ausführen. Hier sei nur vorgreifend erwähnt, daß auch innerhalb der „reinen Linie“, d. h. unter Individuen, die als Abkömmlinge eines einzigen Tieres gezüchtet worden waren, Größendifferenzen auftraten, die nicht aus dem Wachstum zwischen zwei Teilungen erklärt werden können, sondern als individuelle Unterschiede angesprochen werden müssen. Wahrscheinlich spielen geringe Differenzen bei der Teilung eine Rolle. Somit vermögen solche „reine Linien“ kein viel gleichmäßigeres Ausgangsmaterial zu liefern, so daß ich es in der Folge vorzog, die Versuchstiere gut gehenden Futterkulturen zu entnehmen.

Zum Schlusse möchte ich noch anführen, daß ich mich begnügt habe die Größe der Versuchsobjekte in Teilstrichen des Ocularmikrometers anzugeben. Handelte es sich doch bei meinen Untersuchungen keineswegs um absolute Maße, sondern um vergleichsmäßige Feststellung der Volumverringerung. Ich glaube, hierdurch den Überblick vereinfacht und eine Fehlerquelle vermieden zu haben. Die Werte der Teilstriche in μ waren bei den von mir angewandten Vergrößerungen folgende:

Bei Leitz	Oc. 3	Obj. 3 = 1	Teilstrich = 17,0	μ
	Oc. 3	Obj. 7 = 1	„ = 2,9	μ
	Oc. 1	Obj. 7 = 1	„ = 2,91	μ
	Oc. 1	Obj. 5 = 1	„ = 5	μ

Da die Volumina verglichen werden sollten, habe ich jeweils die umschriebenen Prismen bezw. Würfel berechnet. Die untereinander zu vergleichenden Objekte waren ja „ähnliche“ Körper und so konnte das Verhältnis ihrer Volumina durch das der ihnen umschriebenen Prismen ausgedrückt werden.

Spezieller Teil.

1. Untersuchungen an *Dileptus*.

Ich begann meine Versuche mit 8 Exemplaren dieses Infusors, das ich mit *Stentor coeruleus* fütterte. *Dileptus* ist, wie schon er-

[illegible] ein sehr verwendbares [illegible] Abzählen der Stentoren [illegible] der Lage ist, den Moment, [illegible] „hungern" beginnen, mit Sicherheit [illegible]

[illegible] Temperatur und gerade ausreichender Fütterung [illegible] Stunden pro Tag für jeden *Dolepsus* erfolgte in [illegible] Stunden eine Teilung. [illegible] regelmäßiger Vermehrung wurden [illegible] Teilungsstillstandes. Daß diese „Depressionen" [illegible] und zum Teil lange währten, ist vielleicht [illegible] die Tiere schon lange in Kultur [illegible] eingebüßt hatten. Zwar [illegible] beobachten, doch encystierte sich mein gesamtes Material schon im August.

Stieg die Temperatur über 24°, so trat in 24 Stunden eine zweimalige Teilung ein; dasselbe konnte im Thermostaten von 25° erzielt werden.

Eine Temperatur von 6° konnten die Tiere nur schlecht ertragen; die Teilungen hörten auf. Nahrungsaufnahme erfolgte kaum; die Tiere lagen lange im Überschlichen; der Hals verkürzte sich zusehends und bald erfolgte Abkugelung und Tod.

Die häufigen Depressionen waren Ursache, daß mir zu den Hungerkulturen bei weitem kein so zahlreiches Material zur Verfügung stand wie später bei *Paramaecium* und *Stentor*. Ich hatte [illegible] gewonnen wären und ich die Vorgänge im Laufe einer Hungerkultur schrittweise festgestellt hätte, dieselben Versuche mit größeren Mengen zu wiederholen, um so Durchschnittsgrößen zu erhalten, wie ich das [illegible] habe. Allein [illegible] Encystierung meines Materials vereitelt. Obwohl ich die Cysten in mehreren [illegible] gelang es mir nicht, aus ihnen neue Tiere zu erhalten. Leider war auch mein eifriges Suchen nach anderem Material vergeblich. Ich mußte mich also mit den Zahlen begnügen, die jene ersten Versuche ergeben haben.

Ich setzte in jede Hungerkultur 10 Tiere ein. Um zu kontrollieren, in welcher Weise die Abnahme des Volumens von Tag zu Tag erfolge und um etwaige Vorgänge im Kernapparat nicht zu übersehen, blieb mir nichts übrig als täglich oder wenigstens jeden anderen Tag ein Tier abzutöten. Dies genügte, wenn die

Tiere, was bei *Dileptus* in den Hungerkulturen zum Glück meist der Fall war, ungefähr gleiche Größe zeigten. Doch kam es zuweilen vor, daß die Tiere in bezug auf ihre Größe merklich differierten. Ich half mir dann in der Weise, daß ich das größte und das kleinste Tier abtötete und aus beiden ein mittleres Maß berechnete.

Bedenkt man nun, daß auch einzelne Tiere, besonders gegen das Ende der Kultur, abstarben, so ist es nicht überraschend, wenn die Kulturen meist nur mit einem, höchstens 2 Individuen abschlossen. Gewiß wird man mir einwenden, daß den Zahlen, die aus so wenigen Individuen gewonnen wurden, eine allgemeine Bedeutung nicht zugesprochen werden könne. Dies müßte auch bei anderem Versuchsmaterial zugegeben werden. Allein bei *Dileptus* sind die Unterschiede in den Anfangs- und Endvolumina so bedeutend, daß ein durch die geringe Anzahl der Individuen etwa verursachter Irrtum keine ausschlaggebende Rolle zu spielen vermöchte

Denn selbst angenommen, das Ausgangsmaterial sei um $^1/_3$ seines Volumens zu hoch, das Endmaterial aber nur auf die Hälfte seines Durchschnittswertes eingeschätzt — (in Wirklichkeit geht die Abirrung von den wirklichen Mittelgrößen sicher nicht so weit) — so würde sich bei 30° z. B. statt einer Volumabnahme von 99 Proz. eine solche von 97 Proz. ergeben, was für die vorliegende Frage ohne jede Bedeutung ist. Diese Berechnung würde höchstens für die Kältekultur eine größere Abweichung ergeben. Hier wäre es aber bei der Größe, die die Tiere bis zu ihrem Ende bewahren, ganz unmöglich, ihr Volumen um die Hälfte zu unterschätzen

Außerdem spricht der so ähnliche Verlauf vieler Kulturen für die Richtigkeit der gemachten Beobachtungen. Wenn z. B. die schließlich überlebenden Tiere in fünf zeitlich voneinander verschiedenen Kulturen in ihren Maßen nahezu übereinstimmen, so kann man dafür wohl nicht den Zufall verantwortlich machen, sondern muß annehmen, daß man es hier mit dem unter den gegebenen Umständen gewöhnlich erreichten Maß zu tun hat.

Eine weitere Schwierigkeit bot die Berechnung der Volumina der einzelnen Tiere. Die Gestalt der Hungertiere ist ja eine ziemlich regelmäßige, da ihr Körper nirgends durch Nahrungsvacuolen ausgebuchtet erscheint. Bei den aus der Futterkultur entnommenen Individuen zeigt jedoch der Körper da, wo er einen eben gefressenen *Stentor* oder halbverdaute Nahrungsreste umschließt, mancherlei Ausbuchtungen und eignet sich wenig zur Volumbestimmung. Ich hätte diesem Übelstande vielleicht dadurch abhelfen können, daß ich die Tiere zuerst einen Tag hungern ließ, ehe ich das Ausgangsmaterial

abtötete und der Messung unterzog. Ich habe das versäumt; es könnte sich dagegen aber auch das Bedenken geltend machen, daß sich der Einfluß des Hungers bei dem großen Nahrungsbedürfnis, das *Dileptus* zeigt, schon innerhalb 24 Stunden in einer Volumverringerung ausdrücken möchte.

Die Längen solcher der Futterkultur entnommener Tiere schwanken zwischen 110 und 145', ihre Breite zwischen 20—38'. Aber wie oben erwähnt, ist die Gestalt dieser Futtertiere meist eine so unregelmäßige, daß ich den kleineren Fehler zu machen glaubte, wenn ich, statt eine unsichere Durchschnittsgröße zu berechnen, das Volumen eines zufällig regelmäßig gestalteten Tieres feststellte und dasselbe als Ausgangsmaß benützte (Fig. 1).

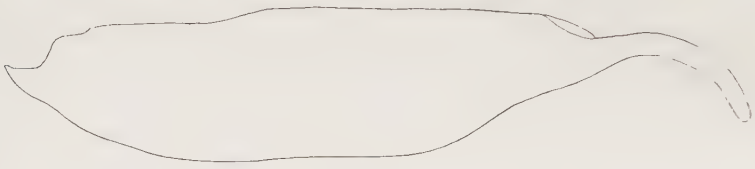


Fig. 1.

Es zeigt eine Länge von 130', eine Breite von 30'. Berechnet man hieraus das Volumen als das dem Rotationsellipsoid umschriebene Prisma, so ergibt sich

$$130' \cdot 30^2 = \mathbf{117\,000}$$

als Rauminhalt des Ausgangsmaterials.

Aus diesem Material, das bei Zimmertemperatur gehalten worden war, wurden Hungerkulturen unter 6° und 25° abgezweigt.

Die Messungen ergaben folgende Werte:

Hungerkulturen bei 6°.

Kultur	Anzahl d. in d. Hungerk. einges. Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
I.	10	12./7.	—	—	—
		13./7.	1	100	25
		15./7.	1	100	20
		16./7.	1	**58,5**	**30**
					Die übrigen tot; Ende d. Kult. durch Hunger
II.	10	18./7.	—	—	—
		19./7.	1	100	26
		21./7.	1	70	32
		22./7.	1	53	22
		23./7.	1	**50**	**35** Ende w. o.

Kultur	Anzahl d. in d. Hungerk. einges. Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
III.	10	26./6.	—	—	—
		30./6.	Alle d. Hunger erlegen bis auf 1	**43**	**37**
IV.	10	31./7.	S. o.	—	—
		4./8.	1	**40**	**27**
V.	10	7./8.	S. o.	—	—
		10./8.	1	**55**	**32**

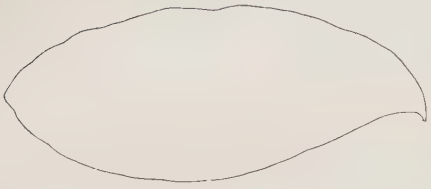


Fig. 2.

Die durch fetten Druck hervorgehobenen Zahlen geben die Maße der beim Erlöschen der Kultur durch Hunger zuletzt überlebenden Individuen. Aus ihnen läßt sich eine Durchschnittsgröße berechnen:

Datum	Anzahl der in die Kulturen einges. Tiere	Anzahl der zuletzt überlebenden Tiere	Länge	Breite
12./7.—16./7.	10	1	58,5	30
18./7.—23./7.	10	1	50	35
26./6.—30./6.	10	1	43	37
31./7.—4./8.	10	1	40	27
7./8.—10./8.	10	1	55	32
Durchschnitt:		5	49,3	32,2

Setzt man dieses Resultat in Vergleich mit der Ausgangsgröße, so ergibt sich:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerkultur bei 6°	49,3	32,2	51 116,2	56,3

Zugleich ersieht man aus der Tabelle, daß, während die Länge reduziert wird, die Breite sogar zunimmt; es kommt darin zum zahlenmäßigen Ausdruck, daß die Tiere, je länger sie hungern, je

näher ihr Ende kommt, um so mehr ihre Gestalt der Kugelform annähern.

Die bei 25° geführten Hungerkulturen ergaben folgende Werte:

Kultur	Anzahl der in die Hungerkultur eingesetzten Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
I.	10	18./7.	—	—	—
				Durchschnitt:	
		19./7.	2	80	21
		22./7.	1	31	15
		23./7.	1	32	12
			Alle übrigen tot; Ende d. K. durch Hunger		
		24./7.	1	23	15
II.	10	9./6.	S. o.	—	—
		15./6.	1	11	7

Fig. 3.

Daraus ergibt sich folgender Durchschnittswert für die schließlich überlebenden Tiere:

Datum	Anzahl der in die Kulturen einges. Tiere	Anzahl der zuletzt überleb. Tiere	Länge	Breite
18./7.—24./7.	10	1	23	15
19./6.—15./6.	10	1	11	7
Durchschnitt		2	17	11

Im Vergleich mit dem Ausgangsmaterial erhält man folgende Werte:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerindividuen bei 25°	17	11	2057	98,2

Stellt man Wärme- und Kältekultur vom 18./7. einander gegenüber, so ergibt sich deutlich, um wieviel rascher der Reduktionsprozeß in der Wärme einsetzt und um wieviel energischer er hier verläuft.

Hungerkultur	bei 6°		bei 25°	
	Länge	Breite	Länge	Breite
18./7.—19./7.	100	26	80	20
18./7.—21./7.	70	32	—	—
18./7.—22./7.	53	22	31	15
18./7.—23./7.	50	35	32	12
	Ende der Kultur durch Hunger			
18./7.—24./7.	—	—	23	15
			Ende der Kultur durch Hunger	

Bei den Hungerkulturen, die in einer mittleren Temperatur, bei 15°, gehalten wurden, war ebenfalls ein bedeutender Größenrückgang festzustellen, der jedoch hinter dem von 25° zurückblieb, während er den in den Kältekulturen beobachteten bei weitem überstieg.

Hungerkulturen bei 15°.

Kultur	Anzahl der in die Hungerkultur einges. Tiere	Datum	Abgetötet und gemessen	Länge	Breite
I.	10	25./6.	—	—	—
		30./6.	1	35	26
		2./7.	1	30	11
					Ende d. K. d. Hunger
II.	10	29./6.	—	—	—
		7./7.	1	25	11
		11./7.	1	20	14 S. o.
III.	10	20./7.	—	—	—
		31./7.	1	20	12 S. o.

Fig. 4.

Durchschnittliche Länge und Breite:

Datum	Anzahl der in die Kulturen einges. Tiere	Anzahl der zuletzt überlebenden Tiere	Länge	Breite
25./6.—2./7.	10	1	30	11
29./6.—11./7.	10	1	20	14
20./7.—31./7.	10	1	20	12
Durchschnitt:	—	3	23,33	12,33

Im Vergleich mit dem Ausgangsmaterial:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerind. bei 15°	23,3	12,3	3525,05	97

Endlich führte ich noch vom 11./8.—17./8. eine Hungerkultur bei 30°; sie endete mit 5 Individuen, die folgende Maße zeigten:

Anzahl der in die Kultur eingesetzten Tiere		20		Anzahl der zuletzt überlebenden Tiere		5
Einzelmaße der 5 überlebenden Tiere						Durchschnittsmaße
Länge	17	14	7	9	10	D.-Länge 11,4
Breite	13	12	7	8	10	D.-Breite 10

Fig. 5.

Im Vergleich mit dem Ausgangsmaterial ergibt das nachstehende Werte:

	Länge	Breite	Volumen	Volumabnahme in Proz.
Ausgangsmaterial	130	30	117 000	—
Mittlere Maße der Hungerindividuen bei 30°	11,4	10	1140	99

Vergleicht man gar das kleinste Tier $7^3 = 343$ mit dem Ausgangsmaterial, so sieht man, daß die Abnahme rund 99,7 Proz. beträgt, daß also dieses Tier seine Größe auf weniger als $^1/_{300}$ reduziert hat.

Stellt man die durchschnittlichen Resultate unter den verschiedenen Temperaturen zusammen, so ergibt sich folgende Tabelle:

Kulturen	bei 6°	bei 15°	bei 25°	bei 30°
Länge	49,3	23,3	14	11,4
Breite	32,2	12,3	11	10
Volumen	51 116,2	3 525,05	2057	1140
Abnahme in Proz.	56	97	98	99

In dem Maße, als sich die Größe der Tiere reduzierte, nahm auch die Anzahl der Teilstücke des Kernes ab. Hertwig sagt in der eingangs erwähnten Arbeit: „Ein *Dileptus*-Riese hat so enorm viele Kernstücke, daß man sie nicht zählen kann, wohl über 1000. *Dileptus*-Zwerge haben nur etwa 50—100."

Auch meine Endtiere zeigen nur mehr 50—60 Kernstücke. Merkwürdig ist dabei, daß die Größe der einzelnen Kernstücke zunimmt. Es lassen sich auch manchmal zwei aneinander gelagerte Kernstücke auffinden. Um eine Teilung eines Kernstücks kann es sich hierbei nicht handeln, da ja die Teilstücke des Kernes zum Schlusse größer sind als im Ausgangsmaterial. Es scheint hier vielmehr ein Verschmelzungsprozeß vorzuliegen. Immerhin wiegt die Zunahme der einzelnen Stücke bei weitem nicht den Abgang an Zahl der Kerne auf. Es findet eine absolute Abnahme an Kernsubstanz statt. Relativ freilich ist das Verhältnis von Kern und Plasma schließlich zugunsten des Kernes verschoben. Die kleinsten Hungertiere erscheinen nur mehr als mit Kernen ganz angefüllte Säckchen. Die Ursache hierfür liegt darin, daß das Plasma in einem schnelleren Tempo abnimmt als die Kernsubstanz. Ein Teil derselben scheint um einzelne Zentren sich anzuhäufen, während ein anderer, größerer Teil im Plasma resorbiert wird. Es tritt hier eine ähnliche regulatorische Tätigkeit der Zelle ein, wie in jenen Fällen, wo infolge von Überfütterung die Kernsubstanz auf Kosten des Protoplasma zunimmt. Die Hungertiere fielen im Leben durch eine scheinbar dichtere Beschaffenheit ihres Körpers auf. In dem Maße, als ihre Größe abnahm, erhielten sie ein dunkleres Aussehen, wohl eine Folge jenes bräunlichen Pigments, das Hertwig auch bei hungernden Actinosphärien wahrgenommen hat. Er deutet es als Umwandlungsprodukt des Chromatins, das aus dem Kern ausgestoßen wurde.

2. Untersuchungen an *Stentor coeruleus*.

Das 2. Versuchsobjekt war *Stentor coeruleus*. — Die Trompetenform, die der Körper dieses Infusors im Leben zeigt und bei Behandlung mit konzentrierter Pikrinessigsäure auch beim Absterben mehr oder weniger beibehält, ist zu Messungen gänzlich ungeeignet. Benützt man aber zum Abtöten zur Hälfte mit Wasser verdünnte Pikrinessigsäure, so finden die Tiere Zeit, sich kuglig zu kontrahieren. Dieses Verfahren bot den Vorteil, nur eine Ausdehnung messen zu müssen und bewahrte vor Fehlern bei der Berechnung. Das Volumen der Tiere habe ich hier durch das des umschriebenen

Würfels ausgedrückt in Übereinstimmung mit dem Verfahren bei den anderen Objekten.

Entnimmt man einer gewöhnlichen Futterkultur eine Portion Stentoren, so findet man darin Individuen von sehr verschiedener Größe. Neben solchen, die einen Durchmesser von 30′ aufweisen, findet man solche, die einen Durchmesser von 60′ zeigen; die kleinsten Tiere haben ein Volumen von 27000, die größten von 216000, was das Achtfache des ersteren ausmacht; es ist das ein Anzeichen dafür, daß man es hier mit Mischbeständen aus verschiedenen Rassen, mit „Populationen“ zu tun hat.

Um nun für die Hungerkulturen ein gleichmäßigeres Material zu bekommen, wurden unter der Lupe Tiere, die einer bestimmten Größenklasse anzugehören schienen, ausgewählt.

Die ersten Kulturen wurden in derselben Weise wie die von *Dileptus* geführt. Während ein Teil der ausgewählten Individuen sofort abgetötet und gemessen wurde, kamen je 30 der Überlebenden in Hungerkulturen unter verschiedenen Temperaturen. Täglich wurde eine kleine Anzahl von Tieren (3—4) abgetötet, und zwar wurden diese nach Möglichkeit so ausgewählt, daß immer die jeweils größten und kleinsten durch ein Exemplar vertreten waren. Dieses Verfahren bot die Möglichkeit zu ständiger Kontrolle der inneren Vorgänge und den Vorteil, daß das wirkliche „Ende der Kultur durch Hunger“ abgewartet werden konnte. Fand man nämlich die letzten Individuen Hungers gestorben, so war man sicher, in der tags vorher abgetöteten Portion Tiere zu besitzen, welche die äußerste Grenze des Vermögens, Hunger zu ertragen, nahezu erreicht hatten. Allerdings war damit der Nachteil verbunden, daß man zu Ende der Kultur, besonders im Stadium des Absterbens nur mehr wenige Individuen zur Verfügung hatte. Gegen das Verfahren läßt sich ferner einwenden, daß die Ausgangsgröße der zum Schlusse überlebenden Tiere nicht genau bestimmt werden konnte. Wenn nämlich auch unter der Lupe ziemlich gleich große Tiere ausgesucht wurden, so ergaben sich doch unter stärkeren Vergrößerungen nicht unbeträchtliche Größenunterschiede. Ordnet man die Tiere des Ausgangsmaterials nach ihren Volumina in eine Kurve, so befinden sich an beiden Enden derselben jene Individuen, die vom Durchschnitt am weitesten abweichen, an dem einen Ende die kleinsten, die extremen Minusabweicher, am anderen die größten, die extremen Plusabweicher. Es läßt sich am Schlusse einer Hungerkultur nun natürlich nicht nachweisen, ob die überlebenden Individuen ursprünglich dem Durchschnittsmaß angehörten, oder ob sie dem

einen oder anderen Ende der Kurve wären einzureihen gewesen. Dieser Faktor ist aber bei der Beurteilung der Volumverringerung nicht ohne Einfluß, weshalb ich bei späteren Kulturen diese Fehlerquelle auszuschalten bemüht war.

Das Ende der am 19. Oktober angesetzten Hungerkulturen trat schon sehr bald, am 22. bzw. 23. Oktober ein.

Nur die in die Kälte verbrachten Tiere hielten bis zum 24. Oktober, also 5 Tage aus.

Die einzelnen Werte waren folgende:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 19./10	bei 6°	bei 15°	bei 25°
Anzahl der Tiere a) in die Kultur eingesetzt; b) am Schlusse überlebend, abgetötet und gemessen	25	30 5	30 4	30 4
Dauer der Kultur	—	19./10.—24./10.	19./10.—23./10.	19./10.—22./10.
Mittlerer Durchmesser	17,7	18	13	11,1
Mittleres Volumen	5545,233	5832	2197	1367,631
Volumverringerung	—	Volumzunahme 5,17 Proz.	60,38 Proz.	75,34 Proz.

Dabei ist auffallend, daß die Kältetiere einen etwas größeren Durchmesser zeigen als das Ausgangsmaterial, daß also hier statt der erwarteten Volumabnahme eine Volumzunahme eingetreten ist. Doch ist das nur scheinbar und wird sofort verständlich, wenn wir die Einzelmaße der am Schlusse der Kultur überlebenden und abgetöteten Tiere näher betrachten; sie waren: 18, 16,5, 16, 20,5, 19,5; man sieht, die Ursache der Erhöhung des mittleren Durchmessers sind die 2 letzten Individuen, offenbare Plusabweicher. Nun maßen aber die extremsten Plusabweicher des Ausgangsmaterials 23'. Die beiden Tiere (20,5 und 19,5) können also ganz gut ihr eigenes Volumen reduziert haben; ihre Maße gewinnen aber bei der geringen Zahl der zuletzt überlebenden Individuen einen viel größeren Einfluß auf das Gesamtresultat. So war anzunehmen, daß die Volumver-

größerung in der Hungerkultur bei 8° nur eine scheinbare und dem Umstande zuzuschreiben war, daß zufällig ein größerer Prozentsatz von Plusabweichern überlebte, was ganz einleuchtend ist, da jedenfalls die Plusabweicher zu den kräftigsten Tieren der Kulturen gehören. Freilich scheint die Annahme nicht ganz ausgeschlossen, daß in der Kälte Wasseraufnahme stattfinden könnte, was vielleicht bei der Beurteilung der Endresultate in Betracht zu ziehen wäre.

Um festzustellen, daß es sich hier um ein Zufallsresultat handelte, verfuhr ich bei den folgenden Kulturen nach einer anderen Methode. Zunächst wurden unter der Lupe 200 Tiere von annähernd gleicher Größe ausgewählt. Diese Menge wurde abermals unter der Lupe in 4 gleiche Portionen geteilt, indem auch hier wieder mit möglichster Genauigkeit darauf geachtet wurde, daß zuerst die kräftigsten Exemplare gleichmäßig auf die 4 Anteile verteilt wurden, dann die an Größe folgenden usf. Eine der 4 Portionen wurde dann gleich in der oben geschilderten Weise abgetötet. Hierauf wurden die Durchmesser gemessen, die Volumina berechnet und die erhaltenen Maße in eine Kurve gebracht; daß dieselbe eingipflig wurde, wurde eben dadurch erreicht, daß aus der Population nur Tiere einer gewissen Größenklasse ausgewählt wurden.

Das Ausgangsmaterial vom 7. November zeigte folgende Maße:

Durchmesser der Tiere	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′
Anzahl der Tiere	3	9	13	9	2	2	1
Volumen berechnet als d^3	1331	1728	2197	2744	3375	4096	4913

Der Gipfel der Kurve lag bei 13′ Durchmesser oder bei einem Volumen von 2197, der Mittelwert für den Durchmesser betrug 13,25′ für das Volumen 2326,203.

Von den bleibenden 150 Tieren wurden je 50 in die Hungerkulturen unter 8, 15 und 25° verbracht.

Um genügend Material für Vergleichskurven zu erhalten, wurden sämtliche Hungerkulturen am 3. Tage abgetötet, ohne daß vorher Tiere entfernt worden wären.

Es ergaben sich folgende Resultate:

Durchmesser der Tiere	8′	9′	10′	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	2	7	**16**	8	4	2	1	—
Anzahl der Individuen bei 15°	—	2	8	**10**	6	3	1	—	—	—
Anzahl der Individuen bei 25°	6	9	**18**	7	2	—	—	—	—	—
Volumen der Tiere	512	729	1000	1331	1728	2197	2744	3375	4096	—

Wie die Tabelle ergibt, verschiebt sich der Gipfel der Kurven in ziemlich regelmäßiger Weise nach links, d. h. die Individuen nehmen an Größe ab und zwar um so mehr, je höher die Temperatur war, bei welcher sie hungerten.

Das Verhältnis der mittleren Durchmesser und Volumina sowie die Prozentsätze, um welche sich letztere gegenüber dem Ausgangsmaterial minderten, soll folgende Tabelle zur Anschauung bringen:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 7./11.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Anzahl der Tiere				
a) in die Kultur eingesetzt	—	50	50	50
b) am 3. Tage abgetötet und gemessen	50	40	30	42
Mittlerer Durchmesser	13,25′	12,375	11,1	9,76
Mittleres Volumen	2326,203	1895,119	1367,631	929,714
Volumabnahme in Proz.	—	18,53	41,21	60,03

Die größte Volumverringerung fand bei 25°, die geringste bei 8° statt, und zwar betrug erstere mehr als das 3fache von letzterer; die Verringerung gegenüber dem Ausgangsvolumen verhielt sich

für 8° 15° 25°
wie 18 : 41 : 60
oder ungefähr wie 3 : 7 : 10.

Am 23. November wurden in der beschriebenen Weise neue Kulturen angesetzt und diesmal am 6. Tage abgetötet.

Das Ausgangsmaterial zeigte folgende Werte:

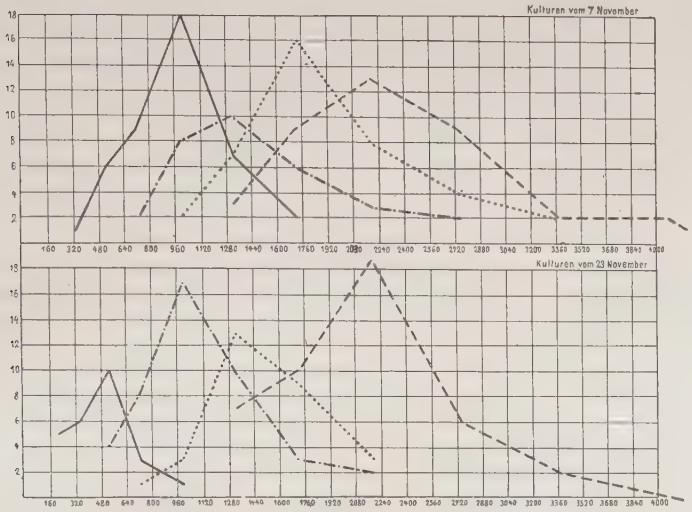
Durchmesser der Tiere	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′	18′	19′
Anzahl der Tiere	7	10	**19**	6	2	—	—	1	—
Volumen (als d^3)	1331	1728	2197	2744	3375	4096	4913	5832	—

Vergleicht man diese Kurve mit der vom 7. November, so sieht man, daß beide fast genau dieselbe Variationsbreite zeigen. Am 7. November schwankte der Durchmesser der Tiere zwischen 11′ und 17′, am 23. November zwischen 11′ und 18′. Der mittlere Radius beträgt beim 1. Material 13,25, beim 2. 12,8. Der Unterschied ist ein so geringer, daß die Kulturen aus dem 2. Ausgangsmaterial mit denen des 1. wohl verglichen werden dürfen. Das Ergebnis war ein mit dem vorhergehenden übereinstimmendes. Nur ist der Prozeß der Volumverringerung der längeren Hungerzeit entsprechend weiter fortgeschritten. Die Ziffern der bei 25° geführten Hungerkultur dürften so ziemlich die äußerste Volumverringerung für *Stentor* darstellen. Wenigstens zeigten gleichzeitig angestellte Parallelversuche, daß die Kulturen in der Wärme nicht länger auszuhalten vermochten. Für die bei 8° und 15° gehaltenen Kulturen bezeichnen nachstehende Zahlen noch nicht die äußerste Grenze der Reduktionsmöglichkeit, wie aus späteren Beispielen hervorgeht.

Die Ergebnisse der Hungerkulturen vom 23. November waren im einzelnen folgende: (s. auch Kurventafel.)

Durchmesser der Tiere	6′	7′	8′	9′	10′	11′	12′	13′
Anzahl d. Individuen b. 8°	—	—	—	1	3	**13**	9	3
„ „ „ b. 15°	—	—	4	8	**17**	10	3	2
„ „ „ b. 25°	5	6	**10**	3	1	—	—	—
Volumen (d^3)	216	343	512	729	1000	1331	1728	2197

Vergleichen wir diese Tabelle mit derjenigen der Hungerkulturen vom 7. November, so sehen wir, daß sich die ganzen Kurven bedeutend nach links verschoben haben. Während jene vom 7. November in ihrer Gesamtheit den Abstand zwischen 8′ und 16′ umfassen, erstrecken sich die vom 23. November über das Gebiet zwischen 6′ und 13′.



Kurventafel.

Ausgangsmaterial — — — —
8° Kultur ·····
15° „ —·—·—·
25° „ ————

Mittlerer Durchmesser, mittleres Volumen und prozentuale Volumverringerung zeigen folgende Werte:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 23./11.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Anzahl der Tiere				
a) in die Kulturen einges.	—	50	50	50
b) am 6. Tg. abget. u. gem.	50	29	44	25
Mittlerer Durchmesser	12,8	11,3	10,09	7,6
Mittleres Volumen	2097	1442,897	1027,243	438,976
Volumabnahme in Proz.	—	31,2	51,9	79,17

Um zu erfahren, ob der Vorgang der Größenverminderung von Anfang bis zum Ende im gleichen Tempo verläuft, ob eine Beschleunigung oder Verzögerung während der Kulturzeit eintritt, können wir das nach 3 Tagen Hunger erreichte Volumen als Ausgangsgröße setzen, das Endvolumen nach 6 Tagen mit ihm vergleichen und so feststellen, wieviel Proz. die Volumverringerung in den letzten 3 Tagen betrug.

	Durchschnittliches Volumen		
	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	
Kulturen bei 8°	1895,119	1442,897	23,86 Proz.
„ „ 15°	1367,631	1027,243	24,91 Proz.
„ „ 25°	929,714	438,976	52,80 Proz.

Vergleichen wir nun die prozentuale Volumverringerung während der ersten und letzten 3 Tage, so ergibt sich:

Abnahme in Proz.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
während der ersten 3 Tage	18,53	41,21	60,03
während der letzten 3 Tage	23,86	24,91	52,80

Man sieht, daß bei 8° eine Beschleunigung, bei 15° und 25° aber eine Verzögerung eingetreten ist. Vielleicht könnte man das so erklären, daß das Tempo der Volumverringerung zunächst bis zu einem gewissen Punkte steigt, von da an aber sich um so mehr verzögert, je näher die Grenze der Reduktionsmöglichkeit heranrückt. Bei der 8°-Kultur wäre dann jener Gipfel der Kurve noch nicht erreicht, während sich die beiden anderen Kulturen im Moment der Abtötung in der absteigenden Kurvenhälfte befanden.

Einer Anregung des Herrn Prof. Goldschmidt folgend wollte ich dieselbe Versuchsreihe nun für eine sogenannte „reine Linie", d. h. für ein Ausgangsmaterial feststellen, welches aus einem einzelnen Tiere gezüchtet war.

Es lag, nach den Experimenten, die JENNINGS an *Paramaecium* gemacht hatte, der Gedanke nahe, daß hierdurch ein in der Größe noch gleichmäßigeres Ausgangsmaterial gewonnen werden könnte, als durch Auswahl unter der Lupe. Eine solche „reine Linie" von Stentoren zu erhalten, war aber nicht leicht. Es schien anfangs nicht möglich, die Tiere im Thermostaten zu züchten. Kaum hatten 1—2 Teilungen stattgefunden, so kugelten sich die Tiere ab und starben nach ein paar Tagen. Es schien aussichtslos auf diese Weise eine solche Menge von Individuen zu erhalten, daß sie zur Durchführung einer Versuchsreihe ausreichen würden. Es war

wahrscheinlich, daß wohl die Art des Futters den Stentoren nicht behagte; bei dem reinen Kulturwasser konnte sich auf dem sorgfältig gereinigten Salat eine geeignete Bakterienflora vielleicht nicht bilden. Mein Bestreben ging also dahin, eine ausreichendere und bekömmlichere Nahrung zu finden, die doch Sicherheit bot, daß nicht etwa Cysten mit ihr eingeschleppt würden. Unter den vielen Versuchen, die ich machte, will ich nur den einen erwähnen, Flagellaten (*Euglana*) zu verfüttern. Ich hoffte von diesen Futtertieren, die ja wie Pflanzen zu assimilieren vermögen, daß sie das Kulturwasser nebenbei sauerstoffreicher machen würden; denn mir schien, als litten die Stentoren in den kleinen, wohl abgeschlossenen Kulturgefäßen auch unter Sauerstoffmangel. Aber leider trat auch bei dieser Fütterungsweise bald ein Übelstand zutage. Die Flagellaten rundeten sich nämlich ab, wobei aber die roten Augenflecke deutlich sichtbar blieben, und setzten sich am Boden des Gefäßes in Polstern fest. (Übergang zur Encystierung?) Dadurch waren sie als Fütterungsmittel wertlos geworden, weil es den Stentoren nicht mehr möglich war, sie einzustrudeln.

Endlich versuchte ich es mit Diatomeen und anderen einzelligen Algen, die ich gesondert mit Hilfe einer Nährlösung zog. Ich verfütterte sie zugleich mit einem sorgfältig behandelten Salatstückchen und mir schien, daß sich jetzt auch eine reichere Bakterienflora auf dem Salat entwickelte. Die Stentoren begannen endlich, sich regelmäßig zu teilen. Ich erhielt so ein ziemlich zahlreiches Material, von dem ich am 1. Februar 50 Individuen abtötete. Ich erhielt folgende Größen:

Durchmesser der Tiere	25′	26′	27′	28′	29′	30′	31′	32′	33′	34′	35′	36′	37′	38′	39′	40′
Anzahl der Individuen	1	—	1	—	1	2	4	8	6	6	6	5	2	4	1	3
Nach „Klassen“ von je 2 Teilstrichen geordnet	1		1		3		12		12		11		6		4	

Die Zahlen erscheinen auf den ersten Blick bedeutend größer als die der vorausgegangenen Messungen; ich benutzte nämlich, um die Größendifferenzen schärfer feststellen zu können, eine stärkere Vergrößerung, Objekt. 5, Oc. 1. Daß in Wirklichkeit ein ganz bedeutender Rückgang an Größe stattgefunden hatte, tritt sofort klar

hervor, wenn man damit die Größe des Materials, dem das Ausgangstier zu der „reinen Linie“ entnommen war, in Vergleich setzt. Auch dies ist selbstverständlich mit V, 1 gemessen.

Durchmesser der Tiere	42′	43′	44′	45′	46′	47′	48′	49′	50′	51′	52′	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′
Anzahl der Individuen	2	—	1	—	3	2	4	—	14	—	7	—	7	2	3	—	2	—	3
Nach „Klassen“ von je 2 Teilstrichen geordnet	2		1		3		6		14		7		7		5		2		3

(Aus der Wahl einer stärkeren Vergrößerung ergaben sich auch eine größere Menge von Varianten, wodurch die Kurven auseinandergezogen wurden. Faßt man jedoch die „Varianten“ in Klassen von je 2 Teilstrichen zusammen, so tritt die Eingipfligkeit der Kurven deutlich zutage.)

Man sieht, die größten Tiere der reinen Linie erreichen nicht einmal die kleinsten des Ausgangsmaterials. Für die Erklärung des Größenrückganges gab es zwei Möglichkeiten:

1. Das Ausgangstier konnte ein extremer Plusabweicher einer kleinen Stentorenrasse gewesen sein.

2. Die Stentoren hatten während der Kultur aus irgendeinem Grunde ihre Größe verringert, sei es nun, daß die Nahrung den gewöhnlichen Verhältnissen zu wenig entsprach, sei es, daß die Kleinheit der Kulturgefäße einen Einfluß auszuüben vermochte. Ein Versuch, Stentoren, die vorher nach der mehrmals erwähnten Art unter der Lupe ausgewählt waren, in Einmach-, Becher- und Uhrglas zu kultivieren, zeigte tatsächlich eine kleine Verringerung des Durchmessers der Tiere im geraden Verhältnis der Größenabnahme der ihnen zur Verfügung gestellten Wasservolumina. Doch konnte ich dieser Frage nicht weiter nachgehen, wollte ich mich nicht zu weit von meinem Hauptthema entfernen. Ich glaube, daß wohl alle erwähnten Faktoren gemeinschaftlich den Größenrückgang der „reinen Linie“ bedingt haben dürften.

Aus dieser ersten „reinen Linie“ zweigte ich am 9. Februar eine neue ab, indem ich ein Tier isolierte, und zwar unter einer Temperatur von 22°. Am 21. Februar, also nach 12 Tagen, tötete ich 52 Tiere ab. Sie zeigten folgende Werte:

Durchmesser der Tiere	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'
Anzahl der Individuen	2	3	8	6	6	—	17	2	3	—	3	2
Nach „Klassen“ von je 2 Teilstrichen geordnet	2	11		12		17		5		3		2

Setzt man mittleren Durchmesser und mittleres Volumen der als Ausgangsmaterial dienenden Population, der ersten und der von ihr abgezweigten reinen Linie in Vergleich, so ergibt sich folgende Tabelle:

	Ausgangsmaterial (Populat.)	„Reine Linie“ vom 1./2. 15°	„Reine Linie“ vom 21./2. 25°	
Mittlerer Durchschnitt	51,36	34	28,9	
Mittleres Volumen	135 479,955	39 304	24 138	
Volumabnahme in Proz.		gegenüber dem Ausgangsmaterial 70,9	gegenüber dem Ausggs.-material 82,2	gegenüber der „r. L.“ vom 1./2. 38,6

Es hat also auch bei der zweiten „reinen Linie“ ein weiterer Größenrückgang stattgefunden gegenüber der bei 15° gezogenen. Sämtliche Kulturfaktoren: Wasser, Gefäße blieben dieselben, nur die Temperatur erhöhte sich von 15 auf 25°, was eine gesteigerte Teilungsfähigkeit zur Folge hatte, während das durchschnittliche Volumen der Einzelindividuen abnahm. — Auch die Anzahl der Kernstücke hatte sich bei der „reinen Linie“ gegenüber dem Ausgangsmaterial nicht unbeträchtlich verringert. Während letzteres 19—21 Kernstücke aufwies, zeigte die bei 15° gezüchtete „reine Linie“ 12—14, die bei 22° gezogene 10—12. Dabei drückt freilich die Abnahme der Anzahl der Kernstücke noch nicht die Abnahme der Kernmasse aus; denn die Stücke, von Anfang an nicht gleich groß, nehmen bei der Reduktion nicht nur an Zahl, sondern auch an Größe ab, und zwar durchaus nicht regelmäßig. Die Kernplasmarelation in den einzelnen Fällen zahlenmäßig zum Ausdruck zu bringen, war deshalb nicht möglich. Popoff hat für Protozoen, Rhoda Erdmann für Echinodermenlarven den Nachweis erbracht, daß in der Kälte der Kern gegenüber dem Plasma eine Vergrößerung, in der Wärme dagegen eine Verkleinerung erfährt. Auf

diese Resultate gestützt, darf ich wohl annehmen, daß bei der unter 22° gezogenen „reinen Linie“ die Kernplasmarelation etwas zugunsten des Plasma verschoben war. Waren nun diese beiden „reinen Linien“ wirklich ein bedeutend homogeneres Material für die Abzweigung von Hungerkulturen als es Populationen geboten hätten? Vergleicht man in beiden „reinen Linien“ die Volumina der kleinsten Tiere mit denen der größten, so ergibt sich, daß letztere mehr als das Doppelte von ersteren messen:

R. L. I (15°) Kleinstes Vol. $25^3 = 15625$ Größtes Vol. $40^3 = 64000$
R. L. II (25°) „ „ $24^3 = 13824$ „ „ $35^3 = 42875$

Daraus sehen wir, daß außer dem Wachstum zwischen zwei Teilungen auch hier bei den Größendifferenzen noch ein anderer Faktor eine Rolle spielen muß, nämlich individuelle Größenunterschiede. Auch konnten Teilungen in zwei ungleich große Tochtertiere direkt unterm Mikroskop beobachtet werden.

Genauer läßt sich der Grad der Gleichmäßigkeit innerhalb der verschiedenen Größenreihen ausdrücken, wenn wir für die Population einerseits, für die beiden reinen Linien andererseits die Streuung (Standardabweichung) $= \sigma$ feststellen.

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n}},$$ (JOHANNSEN, Elemente der Erblichkeitslehre, p. 41),

wobei a die Abweichung der Variante vom Mittelwert, p die Anzahl der Varianten, die dieselbe Abweichung vom Mittelwert aufweisen, n die Anzahl sämtlicher Varianten bedeutet.

Für die Population betrug der Mittelwert 51,36; die Berechnung läßt sich vereinfachen, indem man von einer ganzen Zahl — 51 — als angenommenem Mittelwert $= A$ ausgeht und dann den Fehler ausgleicht, indem man vom durchschnittlichen Quadrat aller Abweichungen von A das Quadrat der durchschnittlichen Abweichungen (b) subtrahiert, ehe man die Wurzel zieht. Bezeichnet man die Abweichung von dem angenommenen Mittelwert als a, so ist also:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n} - b^2} = 4{,}19.$$

Nach derselben Formel berechnet, ergibt sich für die bei 15° gezogene „r. L.“ $\sigma = 3{,}16$, für die bei 22° gehaltene $\sigma = 2{,}77$. Stellt man die Streuung der 3 Kulturen einander gegenüber,

Population	R. L. I (15°)	R. L. II (25°)
4,19	3,16	2,77

so sieht man, daß die Streuung in den reinen Linien allerdings etwas geringer ist als in der Population, aber freilich bei weitem nicht in dem Maße, wie ich gehofft hatte.

Von der bei 15° gezogenen „reinen Linie“ wurden folgende Hungerkulturen abgezweigt:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	aus R. L. I. (15°)	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen	—	1./2.—8./2.	8./2.—13./2.	8./2.—13./2.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	50	50	50	50
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		8	13	2
Mittlerer Durchmesser	34	31	27,6	20
Mittleres Volumen	39 304	29 791	21 024,576	8000
Volumabnahme in Proz.	—	24,2	46,5	79,65

Genauere Verteilung der Indiv. s. nächste Seite.

Man sieht, daß sich dies Material wenig widerstandsfähig erwies. Die Tiere erlagen dem Hunger eher, als nach den früheren Erfahrungen an Material aus Populationen erwartet werden konnte. So kam es, daß in der bei 25° gehaltenen Hungerkultur schon am 5. Tage nur mehr 2 Individuen am Leben gefunden wurden.

Ein besseres Resultat zeigten jene Hungerkulturen, die ich aus dem Material der bei 22° gezüchteten r. L. angesetzt hatte; die Tiere zeigten sich insofern widerstandsfähiger, als sie nicht so plötzlich dem Hunger erlagen, so daß am Schlusse der Kultur mehr Tiere verblieben.

Dies läßt sich vielleicht aus der oben erwähnten Verschiebung der Kernplasmarelation zugunsten des Plasmas erklären. Die Individuen, die nun unter Temperaturen von 15° und 8° kamen, um zu hungern, hatten zunächst einen für ihre Plasmamenge bei den betreffenden Temperaturen zu kleinen Kern; es konnte ein Teil des Plasmas verbraucht werden, ehe der für die betreffende Temperatur normale Stand der Kernplasmarelation erreicht war und regula-

Hungerkulturen aus R. L. I (15°).

Durchmesser der Tiere	20′	21′	22′	23′	24′	25′	26′	27′	28′	29′	30′	31′	32′	33′	34′	35′	36′	37′	38′	39′	40′
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	2	4	8	6	6	6	5	2	4	1	3
Anzahl der Tiere bei 8°	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
„ „ „ „ 15°	2	—	—	—	—	—	2	—	3	—	5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Hungerkulturen aus R. L. II (25°).

Durchmesser der Tiere	11′	16′	17′	18′	19′	20′	21′	22′	23′	24′	25′	26′	27′	28′	29′	30′	31′	32′	33′	34′	35′
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	8	6	6	—	17	2	3	—	3	2
Anzahl der Tiere bei 8°	—	—	—	—	—	—	—	3	—	5	2	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 15°	—	1	—	3	—	4	2	—	5	2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	1	—	2	4	3	4	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

torische Vorgänge notwendig wurden; doch ist es nicht unmöglich, daß es sich um zufällige Zustände handelte. Die Resultate waren im einzelnen folgende:

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	aus R. L. II (22°)	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen	—	21./2.—27./2.	21./2.—27./2.	21./2.—25./2.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	52	50	50	50
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		12	22	20
Mittlerer Durchmesser	28,9	24,3	21,8	19,4
Mittleres Volumen	24 137,569	14 348,907	10 360,232	7301,384
Volumabnahme in Proz.	—	40,6	57,1	69,76

Die schlechtesten Resultate lieferte Material aus der bei 15° gezogenen r. L., wenn es unter 22° hungern sollte. Dies ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß hier Tiere, die einen für ihre Plasmamenge bei 22° zu großen Kern mitbrachten, durch Hunger noch mehr von ihrem Plasma einbüßten. Hierdurch wurden offenbar zu hohe Anforderungen an ihre Regulationsfähigkeit gestellt, denen sie nicht nachkommen konnten. Trotz wiederholter Versuche wollten diese Kulturen nicht gelingen und auch die oben angeführte vom 13. Februar endete mit nur 2 Individuen. Man könnte einwerfen, daß doch von anderem Material, das bei Zimmertemperatur gezüchtet worden war, solche Hungerkulturen unter höherer Temperatur gelangen. Dagegen möchte ich folgendes sagen: In diesen Fällen handelte es sich um die kräftigsten Mitglieder einer Population, die in großen Einmachgläsern auf ihrem gewohnten Futterboden gezüchtet worden und an deren Regulationsvermögen noch keine Anforderungen gestellt waren. Dagegen war bei der „reinen Linie“ meiner Ansicht nach schon eine Umregulierung vor sich gegangen, was sich in dem Rückgang des Volumens ausspricht. Hertwig deutet schon früher an, daß wohl außer der Temperatur noch allerlei andere Faktoren eine „Umregulation“ bedingen können.

Stellt man die Resultate der von STENTOR gezogenen Kulturen zusammen, so ergeben sich für die Volumverringerung folgende Zahlen:

Kulturen	bei 8°	bei 15°	bei 25°
vom 19./10.	—	60,38 Proz.	75,34 Proz.
vom 23./11.	31,2 Proz.	51,9 „	79,17 „
aus der R. L. I (15°)	24,2 „	46,5 „	79,65 „
aus der R. L. II (25°)	40,6 „	57,1 „	69,76 „
Durchschnitt	32,33 „	53,97 „	75,98 „

Mit der Reduktion der Größe war auch hier wie bei *Dileptus* eine solche der Kernmasse verbunden und zwar äußerte sie sich besonders in den aus Populationen abgezweigten Hungerkulturen in einer Verminderung der Anzahl der Kernstücke. Statt der im normalen Tier vorhandenen 19—21 zeigten die kleinsten Hungertiere nur mehr 5—6. Bei der reinen Linie, die, wie schon erwähnt, bereits in den Futterkulturen nur 10—14 Kernstücke aufwies, war die Verminderung der Anzahl eine weniger große. Auch hier war die Mindestzahl 5—6.

Wie die Reduktion der Anzahl der Kernstücke verläuft, ist aus einer der Abbildungen zu ersehen. Das Tier wurde, nachdem es 2 Tage gehungert hatte, abgetötet (Fig. 6). Wir sehen hier große, stark gefärbte Kerne neben kleineren, schwach gefärbten. Es hat den Anschein, als ob letztere ihr Chromatin an erstere abgäben und dann mehr und mehr zusammenschrumpften, während die anderen, an die sie durch den Verbindungsstrang von ihrem Inhalt abzugeben scheinen, prall gefüllt aussehen. Auf dem Bilde liegt sogar ganz regelmäßig ein im Verschwinden begriffenes Kernstück zwischen zwei normalen. Gewöhnlich beobachtet man kleine chromatinärmere Kerne unregelmäßig zwischen größeren, chromatinreicheren. Der schlauchartige Verbindungsstrang erscheint oftmals unterbrochen. Später verschwinden die chromatinarmen Überreste früherer Kerne immer mehr, bis schließlich nur mehr einige wenige gut färbbare Kernstücke zurückbleiben. Das Gesagte gilt nicht für die Kältekulturen. Hier ist ein Abnehmen der Kernsubstanz nicht nachzuweisen.

Fig. 6.

3. Untersuchungen an *Paramaecium*.

Endlich sollte noch der Größenrückgang bei Hunger für ein Infusor mit ungeteiltem Kern festgestellt werden. Dazu wurde *Paramaecium caudatum* gewählt. Dies bot den Vorteil, daß es möglich war, große Mengen zu verwenden. Dagegen hat dieses Objekt den Nachteil, daß man schwer bestimmen kann, in welchem Moment der absolute „Hunger" einsetzt und bis zu welchem Zeitpunkt die Tiere nur unter „Nahrungsmangel" leiden. Denn die Kulturen mögen noch so sorgfältig geführt werden, trotzdem kann es vorkommen, daß Bakterien ins Wasser verschleppt werden, ohne daß man es gleich bemerken und Abhilfe schaffen könnte.

Auch für *Paramaecium* gilt — wie schon in der Einleitung näher ausgeführt wurde — dasselbe, was von den Populationen von Stentor gesagt wurde; die in den Kulturen auftretenden Größenunterschiede sind die Produkte verschiedener Faktoren.

Eine Größenauslese unter der Lupe läßt sich für *Paramaecium* wegen der Kleinheit der Differenzen nicht gut durchführen. Ich war also vor die Wahl gestellt, die Populationen, wie sie waren, als Ausgangsmaterial für meine Hungerkulturen zu verwenden, oder mir wieder eine „reine Linie" aus einem Ausgangstier heranzuzüchten, wobei dann die Rassenunterschiede in Wegfall gekommen wären. Da ich aber bei Stentor die Erfahrung gemacht hatte, daß solche unter besonders strengen Kulturbedingungen geführten „reinen Linien" kein besonders gutes Material für Hungerkulturen liefern, entschloß ich mich zu dem ersten Wege, und zwar um so leichter, als die Ursachen der Größendifferenzen in der Ausgangskultur in bezug auf die Frage, die ich untersuchen sollte, von keinem Einfluß waren; denn es sollten ja nur mittlere Größenwerte miteinander verglichen werden, und zwar aus Kulturreihen, deren Material ein und derselben Stammkultur entnommen war, in denen sich also dieselben Verhältnisse wie in der Stammkultur wiederholen mußten.

Das am 11. Mai 1910 abgetötete Ausgangsmaterial zeigte das normale Aussehen einer gut gehenden Futterkultur. Abgerückte Nebenkerne, wie sie ein Zeichen hungernder Tiere sind, konnten nirgends beobachtet werden. Die Tiere wurden in Pikrinessigsäure abgetötet und mit Objektiv 7 und Oc. 3 gemessen. (Genaue Verteilung der Individuen auf Länge und Breite — Einleitung S. 4 und Tabelle nächste Seite.)

Hungerkulturen vom 11. bzw. 25./5.

Individuen der Länge nach geordnet.

Länge in Teilstrichen	33′	34′	35′	36′	37′	38′	39′	40′	41′	42′	43′	44′	45′	46′	47′	48′	49′	50′	51′	52′	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′	61′
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	5	1	2	6	8	3	4	3	8	3	1	2
Anzahl d. Indiv. b. 8°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	1	4	4	1	6	2	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 15°	—	—	1	—	—	1	—	1	—	3	—	1	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	1	—	1	2	1	1	—	1	—	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Individuen der Breite nach geordnet.

Breite in Teilstrichen	8′	9′	10′	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′	18′	19′
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	2	10	16	16	2	3	—	1
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	2	3	7	7	5	1	—	—	—	—
„ „ „ „ 15°	2	—	1	1	2	2	2	—	—	1	—	—
„ „ „ „ 25°	—	—	3	3	2	1	2	—	—	—	—	—

Von diesem Material setzte ich je 100 Tiere in Hungerkulturen bei 8°, 15° und 25° und erhielt folgende Resultate:

	Ausgangs-material	Hungerkulturen		
	vom 11./5.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen		11./5.—1./6.	25./5.—31./5.	11./5.—18./5.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	50	100	100	100
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		25	11	11
Mittlere Länge	54,6	48,5	43	39,5
Mittlere Breite	14,4	12,6	12	11,6
Mittleres Volumen	11 322	7699,86	6192	5315,12
Volumabnahme in Proz.	—	32	45,3	53,1

Die bei 15° geführte Kultur befriedigte mich nicht ganz; die ursprüngliche, am 11. Mai angesetzte Vergleichskultur nämlich war mir zugrunde gegangen, ohne daß ich ihr Ende auf Rechnung des Hungers hätte setzen können. Ich fand sämtliche Tiere der Kultur am 3. Tage tot, eine Erscheinung, die deutlich zeigt, daß nicht der Hunger, sondern irgendeine von mir nicht ermittelte Schädlichkeit hier die Todesursache gewesen sein mußte. Denn durch Hunger erliegen die Individuen niemals auf einmal, sondern in Abständen, die bedingt sind durch den verschiedenen Ernährungs- und Verdauungszustand, in dem sie sich befinden, wenn sie in die Hungerkultur eingebracht werden. Leider hatte ich überhaupt unter dem Übelstande, daß mir plötzlich eine Vergleichskultur zugrunde ging, sehr zu leiden. Obwohl ich selbstverständlich auf Kulturwasser und -gefäße die größte Sorgfalt verwandte, geschah es doch, daß eine aus den angesetzten Kulturen vorzeitig aus mir unbekannten Ursachen einging. Dies Mißgeschick traf mich immer um so peinlicher, als dadurch auch die anderen, am Leben gebliebenen Hungerkulturen ihren Wert für Vergleichszwecke verloren hatten; denn eine Kultur, die aus demselben Material aber 3—4 Tage später angesetzt wurde, durfte streng genommen zu Vergleichen mit den früher angesetzten Kulturen nicht mehr herangezogen werden. Ändern ja doch die Paramäcien einer Stammkultur ihr Durchschnittsvolumen sehr leicht innerhalb weniger Tage, wenn ein Wechsel in der Ernährung oder der Temperatur eintritt.

Auch im oben erwähnten Falle war inzwischen das Futter erneuert worden und damit hatte sich das Durchschnittsvolumen der entnommenen Proben ganz bedeutend geändert. Die ungefähr gleiche Durchschnittsgröße ergaben die Proben erst wieder am 25. Mai. An diesem Tage wurde die neue Hungerkultur bei 15° angesetzt und diese konnte auch durchgeführt werden. War nun aber auch das Durchschnittsmaß des Ausgangsmaterials das gleiche, so steht doch nicht fest, ob es durch dieselben Faktoren bedingt war. Es können ja die Volumvergrößerung oder -verkleinerung ebensowohl die Temperatur wie Ernährungsverhältnisse bewirkt haben. Da ist nun wohl möglich, sogar wahrscheinlich, daß eine Kultur, deren Volumvergrößerung auf Temperaturabnahme beruht, sich dem eintretenden Hunger gegenüber anders verhält als eine Kultur, deren Volumvergrößerung durch Futterüberfluß herbeigeführt wurde. Eigentlich konnte ich nur solche Kulturen in Vergleich setzen, die ich an demselben Tage aus derselben Stammkultur entnommen hatte und in ganz gleichen Kulturschalen zog. Denn nach den bei STENTOR gemachten Erfahrungen wäre es ja wohl möglich, daß auch die Größe des Kulturgefäßes auf die Größe der Tiere Einfluß gewinnen könnte.

Ich will deshalb nun die Maße einer Kulturreihe anführen, die allen oben gestellten Anforderungen entsprach.

Die Hungerkulturen waren am 20./7. einer Stammkultur entnommen, deren durchschnittliches Volumen 19310,4 betrug.

Die Resultate waren folgende:

(Verteilung der Individuen nach Länge und Breite s. Tabelle nächste Seite.)

	Ausgangsmaterial	Hungerkulturen		
	vom 20./7.	bei 8°	bei 15°	bei 25°
Dauer der Kulturen		20./7.—8./8.	20./7.—2./8.	20./7.—27./7.
Anzahl der Tiere:				
a) in die Kultur eingesetzt	50	100	100	100
b) schließlich überlebend, abgetötet und gemessen		30	25	13
Mittlere Länge	59,6	55,2	53,2	52
Mittlere Breite	18	16,3	13	11,9
Mittleres Volumen	19310,4	14666,088	8990,8	7363,72
Volumabnahme in Proz.	—	24	53,4	61,9

Hungerkulturen vom 20./7.

Individuen der Länge nach geordnet.

Länge in Teilstrichen	41′	42′	43′	44′	45′	46′	47′	48′	49′	50′	51′	52′	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′	61′	62′	63′	64′	65′	66′	67′	68′	69′	70′	71′
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	2	2	6	4	1	3	3	3	3	1	4	3	6	2	—	—	1	1	1
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	—	—	1	—	—	—	1	3	1	—	3	2	6	2	2	3	1	3	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 15°	—	—	—	—	1	1	—	—	—	5	2	1	4	1	3	4	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	1	—	—	—	1	—	—	—	1	2	—	—	3	1	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Individuen der Breite nach geordnet.

Breite in Teilstrichen	10′	11′	12′	13′	14′	15′	16′	17′	18′	19′	20′	21′	22′	23′	24′	25′
Ausgangsmaterial	—	—	—	—	1	4	10	5	11	5	9	3	1	1	—	—
Anzahl der Individuen bei 8°	—	—	—	—	4	8	11	1	2	1	1	1	—	—	—	1
„ „ „ „ 15°	1	3	5	7	6	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ 25°	—	4	7	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Stellt man die Resultate der beiden angeführten Kulturreihen zueinander in Vergleich, so ergibt sich folgende Tabelle:

Kulturen	Volumverringerung in Proz.		
	bei 8°	bei 15°	bei 25°
vom 11. bzw. 25./5.	32	45,3	53,1
vom 20./7.	24	53,4	61,9
Durchschnittlich	28	49	57,5

Während sich die Zellgröße verringert, gehen auch am Kern Veränderungen vor sich. Diese Vorgänge waren schon so oft Gegenstand genauer Untersuchung und sind von WALLENGREN, KASANZEFF und KHAINSKY so eingehend geschildert worden, daß ich nicht näher darauf eingehen möchte. Nur einzelne Punkte, in denen meine Beobachtungen etwas abweichen, will ich erwähnen.

KASANZEFF schildert das Aussehen der Tiere auf dem Stadium, auf welchem der Zerfall des Großkernes eintritt, in folgender Weise: „Sie (die Tiere) haben 2 Kleinkerne und einen in allen beobachteten Fällen in 4 Bruchstücke zerfallenen Großkern“ und etwas weiter sagt er: „Sehr auffallend ist die konstante Vierzahl der Großkernbruchstücke; sie stimmt überein mit der Zahl der infolge der Conjugation entstehenden Großkernanlagen; doch kann die Vierzahl der Bruchstücke des Großkernes jedenfalls nicht in der Weise erklärt werden, daß der Großkern eine rückläufige Metamorphose bis zum Stadium der 4 Großkernanlagen durchmacht, weil die 4 Großkernanlagen bei den ersten zwei Teilungen in der Weise verteilt werden, daß jedes aus der zweiten Teilung entstehende Individuum nur eine Großkernanlage bekommt und jeder Großkern aus einer einzigen Großkernanlage besteht.“ Er erwähnt dann ferner vergleichsweise die Beobachtungen HERTWIG's an *Paramaecium aurelia*, wo auch ohne Conjugation ähnliche Veränderungen an Groß- und Kleinkern eintraten, von denen HERTWIG sagt, daß sie „mit Sicherheit als Parthenogenesis gedeutet werden können“.

Ich konnte einen solchen Zerfall in gerade 4 Bruchstücke nicht wahrnehmen; sehr häufig beobachtete ich den Zerfall in 2 Stücke; öfters waren es auch mehr als 4; so zeigt ein Tier vom Ende einer Wärme-Hungerkur deren 6.

Daß meine Hungertiere sich hierin anders verhielten als die von KASANZEFF, dürfte darin begründet sein, daß KASANZEFF mit

Kulturen arbeitete, die offenbar „conjugationsreif“ waren. In meinen Kulturen hatte ich nie Gelegenheit, Conjugationen zu beobachten; auch in den Hungerkulturen blieben sie aus. So dürften sich die verschiedenen Bilder des Kernzerfalls aus der verschiedenen „Disposition“ der Kulturen erklären.

Khajnsky erklärt die Zerstücklung des Macronucleus als das Produkt einer gewaltsamen, explosionsartigen Sprengung. Diese sei dadurch hervorgerufen, daß die festen Kernbestandteile in solche des Kernsaftes übergeführt würden. Im flüssigen Zustand hätten sie ihr Volumen derart vergrößert, daß ein Platzen des Kernes eintreten müsse. Er gibt dazu auch Abbildungen, in denen die Konturen der einzelnen Kernbruchstücke ein so zerrissenes Aussehen zeigen, daß man sie wohl als Überbleibsel einer gewaltsamen Sprengung deuten könnte. In meinem Material zeigen nun die einzelnen losgelösten Teile des Macronucleus niemals solche zerrissene Ränder; vielmehr sind sie stets scharf konturiert.

In bezug auf den Nebenkern habe ich nicht die ganze Reihe der Veränderungen wahrnehmen können wie Kasanzeff. Verschmelzung von Spindeln habe ich nicht gesehen. Auch dies dürfte sich aus dem verschiedenen Reifezustand unserer Kulturen erklären.

Aber ich kann nicht mit Khainsky übereinstimmen, der sagt, der Nebenkern erfahre durch den Hunger keinerlei Veränderung. Ich habe den Nebenkern in Teilung beobachtet und auch bei dem schon oben erwähnten Hungertier sehen wir neben dem Nebenkern 3 ganz kleine kompakte Körperchen, die als Produkte abgelaufener Nebenkernteilungen gedeutet werden dürften.

Vielleicht könnte man die Abschnürung des Macronucleus in einzelne Teile auf folgende Weise deuten: Die Untersuchungen an *Dileptus* und *Stentor* haben gezeigt, daß in hungernden Individuen die färbbare Kernsubstanz nach gewissen Zentren zu strömen scheint, deshalb Anwachsen einzelner Kernstücke, während andere farblos werden, schwinden, so daß wir am Schlusse die Anzahl der Kernstücke vermindert, ihre Größe wenigstens bei *Dileptus* erhöht finden.

Wallengren beschreibt im Macronucleus von hungernden Paramäcien kleine Körperchen, die sich stark mit Hämatoxylin färben, sich aneinanderlagern und schließlich mitsammen verschmelzen.

Dies könnte darauf deuten, daß auch hier die färbbare Kernsubstanz sich um gewisse Zentren sammelt. Die Abschnürung einzelner Kernteile wäre dann nichts als die Lostrennung dieser zentralisierten Massen voneinander, analog dem Durchreißen der Verbindungsstränge zwischen den einzelnen Kernstücken bei *Stentor*.

Allgemeiner Teil.

Sowohl *Dileptus*, als auch *Stentor* und *Paramaecium*, vermögen bei Hunger ihre Größe zu reduzieren. Diese Reduktion ist aber nicht bei allen drei Infusorien gleich weitgehend. Weitaus am meisten tritt sie bei *Dileptus* zutage; hier betragen die kleinsten Hungertiere durchschnittlich nur $^1/_{100}$ der Größe des Ausgangsmaterials, ja das kleinste zeigt einen Größenrückgang auf $^1/_{300}$ des ursprünglichen Volumens. Am geringsten ist die Reduktionsfähigkeit bei *Paramaecium*. Hier betragen die zum Schlusse verbleibenden Tiere immer noch $^2/_5$ der Größe des Ausgangsmaterials. *Stentor* übertrifft *Paramaecium* an Reduktionsfähigkeit, erreicht aber bei weitem nicht die von *Dileptus*.

Vergleichende Zusammenstellung der durchschnittlichen Reduktion in Prozenten.

Volumabnahme in Proz.	bei 8°	bei 15°	bei 25°	bei 30°
Dileptus	56	97	98	99
Stentor	32	54	76	—
Paramaecium	28	49	58	—

Zur Ergänzung möchte ich noch eine vergleichende Zusammenstellung derjenigen Kulturen geben, die unter den betreffenden Temperaturen die größte Volumabnahme für jedes der drei Infusorien erreichten:

Kulturen	bei 8°	bei 15°	bei 25°	bei 30°
Dileptus	31./7.—4./8. 75 Proz.	20./7.—31./7. 97,5 Proz.	9./6.—15./6. 99,5 Proz.	11./8.—17./8. 99,7 Proz.
Stentor	r. L. II (25°) 41 Proz.	19./10. 60 Proz.	r. L. I (15°) 80 Proz.	—
Paramaecium	11./5 32 Proz.	20./7. 53 Proz.	20./7. 62 Proz.	—

Die Reduktionsmöglichkeit scheint an die Gestalt des Kernes gebunden zu sein; sie ist um so größer, in je kleinere Stücke der Kern von Anfang an zerlegt ist. *Dileptus*, dessen Kern in viele

Hunderte von kleinen Teilstücken zersplittert ist, reduziert auch sein Volumen weitaus am meisten. *Stentor*, dessen rosenkranzförmiger Kern immer noch gut gegliedert ist, wenn er sich auch in diesem Punkte nicht mit dem des *Dileptus* messen kann, kommt durch die Reduktion auf $^1/_4$ seines Volumens, während *Paramaecium*, das einen kompakten Kern aufweist, zugleich die geringste Fähigkeit zeigt, seine Größe zu reduzieren.

Die Ursache zu dem verschiedenen Verhalten der drei Versuchsobjekte liegt also offenbar in der Form ihres Kernes, d. h. in der verschieden großen Berührungsfläche zwischen Kern und Protoplasma. Je größer diese ist, um so rascher verläuft der Reduktionsprozeß der Zellgröße, um so weiter vermag er zu gehen. Je geringer die Fläche, auf der Plasma und Kern sich berühren, um so langsamer und unvollständiger wird die Größe des Tieres reduziert. Es handelt sich also offenbar um Vorgänge, die in der Grenzzone zwischen Kern und Plasma sich abspielen, mit anderen Worten um die Wechselwirkung zwischen beiden. In bezug auf diese Wechselwirkung entsteht nun zuerst die Frage: Ist sie eine rein physikalische oder ist sie mit einem Stoffaustausch zwischen den beiden Zellelementen verbunden?

Strasburger spricht sich darüber in seinen „Neuen Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei Phanerogamen" folgendermaßen aus: „Die Wechselwirkung zwischen dem Zellkern und dem Cytoplasma ist eine dynamische, d. h. sie findet ohne Stoffwanderung statt. Vom Zellkern aus pflanzen sich auf das umgebende Cytoplasma molekulare Erregungen fort, welche einerseits die Vorgänge des Stoffwechsels in der Zelle beherrschen, andererseits dem durch die Ernährung bedingten Wachstum des Cytoplasma einen bestimmten, der Species eigenen Charakter geben."

Nun sehen wir bei den Hungerversuchen einen bedeutenden Stoffverbrauch innerhalb der Zelle. Dieser erstreckt sich nicht nur auf das Zellplasma sondern ebenso auf den Kern, und zwar wird wie wir gesehen haben, dieser um so leichter resorbiert, je ausgedehnter die Berührungsfläche zwischen Kern und Plasma ist, je besser also letzteres auf ersteren zu wirken vermag.

Bei einer rein dynamischen Wechselwirkung zwischen Kern und Plasma ohne Stoffwanderung müßte sich der Kern, der ja dem Plasma nur Erregungen vermitteln würde — bis zum Schlusse in seinem Volumen erhalten. Daß im übrigen Strasburger selbst eine stoffliche Einwirkung des Plasmas seinerseits auf den Kern angenommen hat, geht aus dem Satze hervor, der sich direkt an die vorher zitierte

Stelle anschließt. Er sagt dort nämlich: „Das Cytoplasma seinerseits wirkt auf den Zellkern zurück und regt vor allem seine Teilung an, hat auch dessen Ernährung zu besorgen."

Man muß doch wohl annehmen, daß das Zellplasma diese letztere Funktion nicht auszuüben vermag, ohne daß es Stoffe an den Zellkern abgibt.

Nimmt man aber einmal Stoffaustausch zwischen Kern und Plasma an, so entsteht die Frage: Gibt primär der Kern Teilchen an das Plasma ab, oder entnimmt er ihm Stoffe? Erstere Ansicht vertritt bekanntlich Hugo de Vries in seiner „Intracellularen Pangenesis". Er denkt sich das Plasma ursprünglich aus kleinsten Teilchen, „Lebenseinheiten", „Pangenen" bestehend, die das Vermögen in sich haben, sich selbständig zu vermehren und neben denen alles übrige: Eiweiß, Glukose Salze usw. nur gelöst im Imbibitionswasser vorhanden ist. Die Entstehung des Zellkernes ist ihm in phylogenetischer Differenzierung eine „Arbeitsteilung" insofern, als sich die „inaktiven", d. h. gerade nicht funktionierenden Pangene in den Kern zurückziehen. Er sagt dann: „Sobald der Augenblick für bestimmte bis dahin inaktive Pangene gekommen war, müßten sie jetzt offenbar aus dem Kern ins Plasma übergehen. Dabei würden sie aber ihre Eigenschaften und namentlich ihr Vermögen zu wachsen und sich zu vermehren behalten." Und weiter: „Dieser Vorgang würde sich bei jeder Änderung der Funktion eines Protoplasten wiederholen, jedesmal würden neue Pangene aus dem Kern austreten, um aktiv werden zu können. In dieser Weise würde bald das ganze Cytoplasma aus den vom Kern bezogenen Pangenen und ihren Nachkommen bestehen." Und er leitet die Hypothese ab: „Das ganze lebendige Protoplasma besteht aus Pangenen; nur diese bilden darin die lebenden Elemente."

Die entgegengesetzte Ansicht vertritt Hertwig. Er nimmt den umgekehrten Prozeß an, „daß der Kern dem Protoplasma Bestandteile entzieht, daß das Protoplasma bei der Funktion gespalten wird in eine funktionierende Substanz und in einen in den Kern eintretenden Rest".

Bei Anwendung dieser beiden Anschauungen auf die hungernde Zelle entsteht zuerst die Frage, ob wir uns die de Vries'schen Pangene stofflich verbrauchbar oder unverbrauchbar vorzustellen haben. Wären sie unverbrauchbar, so wäre, da ja nach de Vries das ganze lebende Plasma aus ihnen besteht, ein solcher Größenrückgang wie bei *Dileptus* überhaupt nicht denkbar. Sie müssen also verbraucht — abgebaut — werden können. Ferner frägt es sich, ob de Vries für die normal funktionierende Zelle annimmt,

Pangene für Verdauung und Assimilation träten nur einmal aus dem Kern aus, nämlich dann, wenn die Zelle zum erstenmal vor die Aufgabe des Stoffwechsels gestellt wäre; von da ab würden sie sich selbst im Plasma vermehren. Diese Vorstellung ist unzulässig, da ja sonst auch kernlose Protoplasmastücke, die die zur Verdauung und Assimilation notwendigen Pangene ja in sich hätten, diese Tätigkeiten müßten ausüben können. Dies ist aber nicht der Fall, wie Hofer's Experimente an kernhaltigen und kernlosen Stücken von Amoeben gezeigt haben, der zu dem Schlusse kommt, „daß der Kern auf die Verdauungsfähigkeit des Plasmas insoweit von Einfluß ist, als es dem Protoplasma nur unter der Mitwirkung des Kernes möglich ist, verdauende Sekrete zu produzieren". Ferner ist häufig beobachtet worden, daß der Kern an den Ort der lebhaftesten Zelltätigkeit rückt, oder daß umgekehrt um den Kern eine Zone sich ausdehnt, in der die Prozesse am intensivsten verlaufen.

Man kann also keine einmalige, sondern muß eine ständige Abgabe von Pangenen seitens des Kernes annehmen, da ja die hungernde Zelle fortfährt, zu „funktionieren"; sonst würde der Tod eintreten. Es müssen also die Kerne beständig zum Ersatz der verbrauchten Pangene herangezogen werden. Dieser Ersatz der verbrauchten Pangene könnte sich um so rascher und vollständiger vollziehen, je intensiver Kern und Plasma in einer Zelle aufeinander zu wirken vermöchten, d. h. je größer die Berührungsfläche zwischen beiden oder je gegliederter der Kern ist. Das Cytoplasma, das ja nach de Vries aus Pangenen besteht, müßte also in den Zellen mit fein verteiltem Kern wie bei *Dileptus* sich am längsten erhalten, da ja der Abbau der lebenden Substanz, der durch den Hunger bedingt wird, durch Austritt immer neuer Pangene aus dem Kern ausgeglichen werden müßte. Der Kern freilich würde sich hierbei erschöpfen; in der normal funktionierenden Zelle muß man ja wohl einen Ersatz der beständig austretenden Pangene in der Weise annehmen, daß vom Plasma aus wiederum Stoffe dem Kern zugeführt werden, wie Hertwig dies in: „Wechselwirkung zwischen Kern und Plasma" ausgesprochen hat; de Vries selbst erwähnt nichts von einem Ersatz der Kernsubstanz. In der hungernden Zelle muß diese Stoffzufuhr natürlich immer abnehmen, schließlich ganz aufhören; so daß das Ende der Zellfunktion dann eintreten wird, wenn der Kern zu erschöpft ist, neue Pangene ins Plasma abzugeben. Wir müßten also zum Schlusse kleine, chromatinarme Kerne in den Zellen finden. Vergleichen wir hiermit die Tatsachen, so zeigt sich, daß gerade die Tiere, die reich gegliederte Kerne haben, ihr Plasma am schnellsten

und vollständigsten einschmelzen, ja daß der Reduktionsprozeß in geradem Verhältnis zur Gliederung ihres Kernes steht. Ferner sehen wir die Kerne beim Hungertode der Zelle keineswegs erschöpft. Sie färben sich vielmehr intensiv und ihre Masse ist im Verhältnis zum Plasma bedeutender als in normal funktionierenden Zellen. Gerade die kleinsten Hungertiere von *Dileptus* zeigen das Aussehen von winzigen, fast vollständig mit Kernsubstanz erfüllten Säckchen. Aber auch *Stentor* und *Paramaecium* gehen durch Hunger in einem Zustand zugrunde, bei dem die Kernplasmarelation zugunsten des Kerns verschoben ist.

Paramaecium, an dessen kompaktem Kern man das am besten beobachten kann, zeigt sogar, wie KASANZEFF zahlenmäßig nachgewiesen hat, in der ersten Hungerperiode nicht nur ein relatives, sondern auch ein absolutes Anwachsen des Kernes.

Viel besser lassen sich die Resultate der Hungerversuche durch die HERTWIG'sche Annahme erklären. Der Kern ist hier unfraglich ständig zur Zellfunktion notwendig; denn er ist es ja, der an seiner Peripherie das Plasma spaltet in einen Faktor, den er in sich aufnimmt und in eine zweite Komponente, die im Plasma aktiv wird — funktioniert. Was wird nun im Falle des Hungers eintreten? Der Kern wird zunächst das Plasma weiterspalten und in seinem „funktionellen" Wachstum fortfahren. Die funktionierende Komponente wird inzwischen aus Mangel an aufgenommener Nahrung die in der Zelle vorhandenen Stoffe abbauen. Es wird eine um so raschere Abnahme der Zelle eintreten, je mehr von dem funktionierenden Faktor in Freiheit gesetzt wird. Der Kern aber wird eine um so energischere Spaltung des Plasmas durchführen können, je größer die Strecke ist, auf der er mit demselben in Berührung kommt, je reicher gegliedert er ist. Es braucht nicht mehr ausgeführt zu werden, wie sehr der Tatbestand dem entspricht.

Daß der Kern, der ja bis zum letzten Ende der Funktion einen Zuwachs aus dem Plasma erfahren muß, doch eine absolute Minderung seiner Substanz zeigt, erklärt sich aus der reorganisierenden Tätigkeit der Zelle. HERTWIG hat gezeigt, daß Zellen, in denen der Kern gegenüber dem Plasma zu stark angewachsen ist und die deshalb in Gefahr kommen, funktionsunfähig zu werden, imstande sind, Teile des Kernes zu resorbieren und so wieder funktionsfähig zu werden. Eine solche Resorption des Kernes erfolgt nun auch in der hungernden Zelle, die an Plasmaatrophie leidet, ebensowohl wie in der Zelle, die infolge einer besonders lebhaften Funktionsperiode einen hypertrophierten Kern hat. Ihr Eintritt ist bei *Paramaecium*

durch Kasanzeff direkt beobachtet worden und zwar auf zweifache Weise, entweder durch Ausstoßen färbbarer Substanzen aus dem Kern oder durch Abschnüren kleinerer Kernpartien, die im Plasma allmählich verschwinden.

Diese Resorption könnte man sich vielleicht nach Art der umkehrbaren Prozesse in der Chemie verlaufend denken, die ja auch bei normalen Verhältnissen schon in ganz geringem, kaum merkbarem Maße auch nach der Gegenseite verlaufen, bis irgend eine Verschiebung im Massenverhältnis oder in der Temperatur den rückläufigen Prozeß neben dem ursprünglichen zur Geltung bringt, oder ihm gar die Oberhand verschafft.

Daß die Größenabnahme mit steigender Temperatur energischer wird, mit fallender sinkt, wäre ebenfalls schwerer verständlich, wenn man mit de Vries eine Ernährung des Plasmas vom Kern aus annimmt. Diese müßte ja bei höheren Temperaturen rascher vollzogen werden; dort also müßte das Plasma langsamer schwinden, der Kern dagegen rascher sich erschöpfen. Daß dagegen die Zerlegung, die das Plasma nach Hertwig erfährt, bei gesteigerter Temperatur um so intensiver sein und infolgedessen das Plasma um so rascher aufgezehrt werden muß, wie es tatsächlich der Fall ist, bedarf keiner näheren Ausführung.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Hertwig, unter dessen Leitung die vorliegenden Untersuchungen ausgeführt wurden, für das meinen Studien entgegengebrachte Interesse meinen ergebensten Dank auszusprechen. Auch Herrn Prof. Dr. Goldschmidt bin ich für manche Anregungen zu Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

1884. Strasburger: Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen.
1889. De Vries: Intracellulare Pangenesis.
1889. Hofer, Bruno: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des Kernes auf das Protoplasma.
1901. Kasanzeff: Experimentelle Untersuchungen über Paramaecium caudatum. Diss. Zürich.
1902. Jickeli: Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels usw.
1902. Gerassimow: Über den Einfluß des Kernes auf das Wachstum der Zelle.
1902. —: Die Abhängigkeit der Zelle von ihrer Kernmasse.
1902. Wallengren: Inanitionserscheinungen der Zelle.
1902 u. 1903. Hertwig: Über das Wechselverhältnis zwischen Kern und Protoplasma.
1908. —: Über neue Probleme der Zellenlehre.
1906. Khainsky: Physiologische Untersuchungen über Paramaecium.
1908. Jennings: Heredity, Variation and Evolution in Protozoa.

Lebenslauf.

Marie Allescher, geb. am 6. Juli 1874 in München, beheimatet in München, Tochter des Hauptlehrers Andreas Allescher, besuchte von 1880—1884 die Volksschule in München, 1884—1888 die Städt. Höhere Töchterschule, 1888—1893 die Kgl. Kreis-Lehrerinnenbildungsanstalt für Oberbayern, wurde angestellt als Hilfslehrerin in Lechhausen bei Augsburg (September 1893), nach München berufen November 1894, beteiligte sich Oktober 1897 an der staatl. Anstellungsprüfung und im Juli 1904 am Gymnasialabsolutorium (Theresien-Gymnasium in München), studierte an der Universität München Nationalökonomie 1904—1906, dann Naturwissenschaften 1906—1911.

München, den 13. November 1911.

Marie Allescher,
Lehrerin und cand. zool.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.